



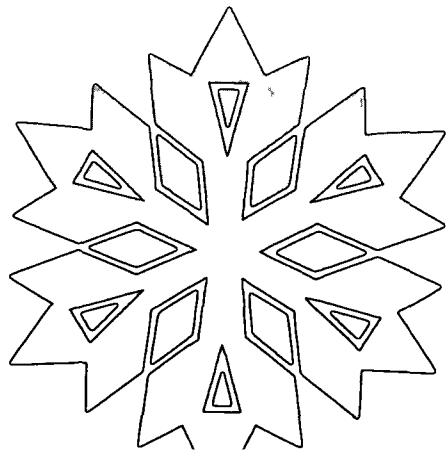
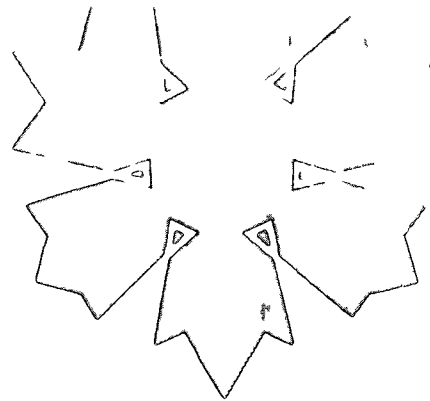
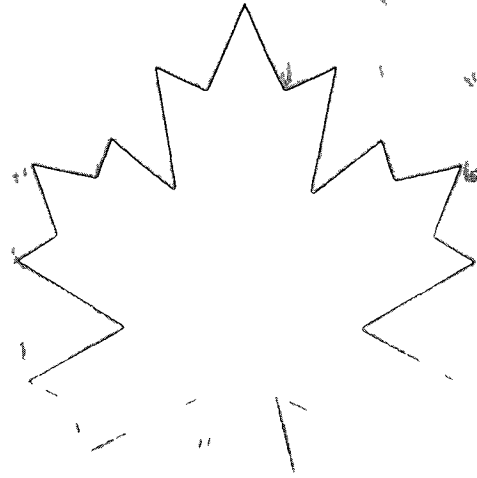
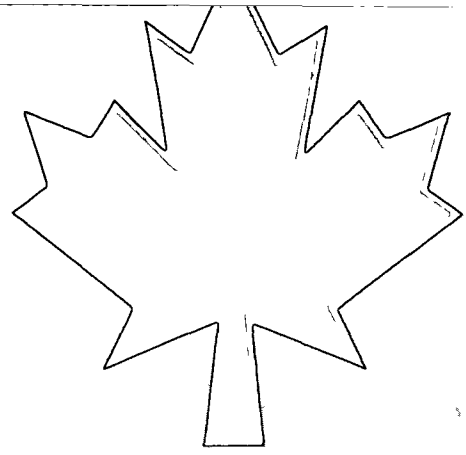
Environment
Canada

Environnement
Canada

CLIMATE CHANGE DIGEST

Climate Change and
Recreation in Nahanni
National Park Reserve

CCD 96-02



CLIMATE CHANGE DIGEST

- CCD 89-05** The effects of Climate and Climate Change on the Economy of Alberta
- CCD 90-01** Implications of Climate Change for Small Coastal Communities in Atlantic Canada
- CCD 90-02** The Implications of Long-Term Climatic Changes on Transportation in Canada
- CCD 91-01** Climate Change and Canadian Impacts The Scientific Perspective
- CCD 92-01** Global Warming Implications for Canadian Policy
- CCD 92-02** Review of Models for Climate Change and Impacts on Hydrology, Coastal Currents and Fisheries in B C
- CCD 93-01** Impacts of Climatic Change on the Beaufort Sea-Ice Regime Implications for the Arctic Petroleum Industry
- CCD 93-02** Adaptation to Climate Change and Variability in Canadian Water Resources
- CCD 93-03** Impacts of Global Climate Warming for Canadian East Coast Sea-Ice and Iceberg Regimes Over the Next 50-100 Years
- CCD 93-04** Implications of Climate Change for Pacific Northwest Forest Management
- CCD 94-01** Modelling the Global Climate System
- CCD 95-01** Mackenzie Basin Impact Study Summary of Interim Report #2
- CCD 96-01** Planning for a Sustainable Future The Case of the North American Great Plains -Symposium Summary
- CCD 96-02** Climate Change and Recreation in Nahanni National Park Reserve

CLIMATE CHANGE AND RECREATION IN NAHANNI NATIONAL PARK RESERVE

Prepared for

**Climate Change Digest
Atmospheric Environment Service**

by

**Tamara Staple and Geoffrey Wall
Faculty of Environmental Studies
University of Waterloo**

This Report Contributes to State of Environment Reporting



**This paper contains a minimum of 50% recycled fibres,
including 10% post-consumer fibres**

INTRODUCTION

The Climate Change Digest series reports on studies of the potential impacts of climate warming
A list of earlier titles in the series appears on the inside cover

DISCLAIMER

This report was prepared by Ms Tamara Staple and Dr Geoff Wall, University of Waterloo

The views and opinions expressed herein are those of the authors and do not necessarily state or reflect those of the Government of Canada or any agency thereof

Single copies of this publication may be obtained, free of charge, from

Distribution Centre
Atmospheric Environment Service
4905 Dufferin Street
Downsview, Ontario
M3H 5T4
telephone (416) 739-4528
fax (416) 739-4264

A longer version of this paper has been published in English by the *Canadian Geographer*, Volume 40, Number 2, 1996, 110-120

Published by the Authority of the
Minister of the Environment

Minister of Supply and Services
Canada 1996
Catalogue No EN57-27/1996-02
ISBN 0-662-62461-0
ISSN 0835-3980

CLIMATE CHANGE AND RECREATION IN NAHANNI NATIONAL PARK RESERVE

1 STUDY HIGHLIGHTS

- Global climate change may present problems for national parks and protected areas which are designated to preserve natural ecosystems
- Since the magnitude of climate change will likely increase with latitude, northern parks, such as Nahanni National Park Reserve (NNPR), are likely to be particularly vulnerable to variations in climate
- The output of General Circulation Models suggest that the climate of NNPR is likely to become warmer, especially in winter, and slightly wetter. However, hydrological models suggest that runoff in the South Nahanni River is likely to resemble present conditions
- The execution and enjoyment of water-based activities such as canoeing and rafting will be largely unchanged except for a slightly extended fall shoulder season which could result in increases in tourism expenditures in the region
- Shifts in ecoclimate will have indirect effects upon recreation activities such as landscape viewing and nature photography and changes in fire frequency will have implications for park ecology and visitor management
- Managers of NNPR and other parks are advised to consider climate change in their long-term management strategies and are advised to reduce the uncertainties associated with environmental change through two complementary adaptive strategies, ecological and visitor monitoring

2 INTRODUCTION

Prospects of global climate change may present problems for national parks and protected areas which are designated to preserve various natural ecosystems. Despite the important role of climate in the maintenance of ecological processes upon which park designation is partly based, few studies concerning climate change and its potential effects on national parks have been conducted in Canada or elsewhere. Detailed studies of the implications of climate variability on Canada's national parks have been restricted to those with a biophysical focus.

As projections indicate that the magnitude of climate change will likely increase with latitude, northern Canadian national parks are of interest for their potential to be particularly vulnerable to variations in climate. These parks tend to be located in remote areas, with comparatively few visitors and little infrastructure and, as such, they provide ideal settings for monitoring the implications of global climate change. Nahanni National Park Reserve

(NNPR), located in the Northwest Territories, is frequented for the water-based recreational opportunities it offers (Figure 1) It was chosen as a case study for determining both the biophysical and recreational impacts of potential climate change on a northern park

3 RESEARCH METHODS

The methodology used in this study consists of six steps The initial step is determining the current normal climate regime experienced within NNPR in terms of monthly temperature and precipitation values Second, current water-based recreation is investigated in terms of the length of the season, the peak season and the number of participants The third step is establishing links between the present climate and recreation in the park Links are factors which are directly affected by climate and, in turn, influence either the execution or enjoyment of the recreational activity Hydrology, ecology and the occurrence of forest fires are links in this study The fourth step is ascertaining the park's future monthly temperature and precipitation characteristics, under doubled carbon dioxide (2x CO₂) climate conditions, through the use of four climate scenarios Assuming that the same factors linking current climate and recreation will exist in the future, the fifth step is determining the effects of future climate conditions upon the previously stated links, using runoff and fire frequency models and relevant literature The sixth step is evaluating how changes in the linking factors influence the execution and enjoyment of recreation and determining a possible picture of recreation in the park under a doubling of CO₂

4 SITE DESCRIPTION

4.1 Climate of the South Nahanni Watershed

The South Nahanni River watershed, including NNPR, experiences a continental climate, typified by short, warm summers and long, cold winters Arctic and Pacific air masses, varied topography and high latitude are factors controlling such climatological parameters as temperature and precipitation in the park The thermal regime of the South Nahanni basin varies considerably over time and space The continentality of the region results in a 35.5°C difference between winter and summer mean monthly temperatures in January, mean temperatures are -21°C, while in July, they are 14.5°C Although precipitation patterns of the Nahanni region vary over time and space, generally, most of the total basin precipitation of 530 mm falls in summer, which is typical for a continental climate Winter precipitation is light, at 150 mm because of the presence of dry, cold Arctic air

4.2 Hydrology of the South Nahanni River

The subarctic-nival hydrological regime of the South Nahanni River is closely associated with the climate conditions of its watershed Peak flows generally occur during the last three weeks of June due to high altitude snowmelt in northern portions of the basin Peak flows can be 200 times winter minimum flows while peak average monthly flows are 10 to 35 times the low winter discharge The hydrological regime of the South Nahanni River restricts recreation opportunities to the five-month period from May to October The rapid

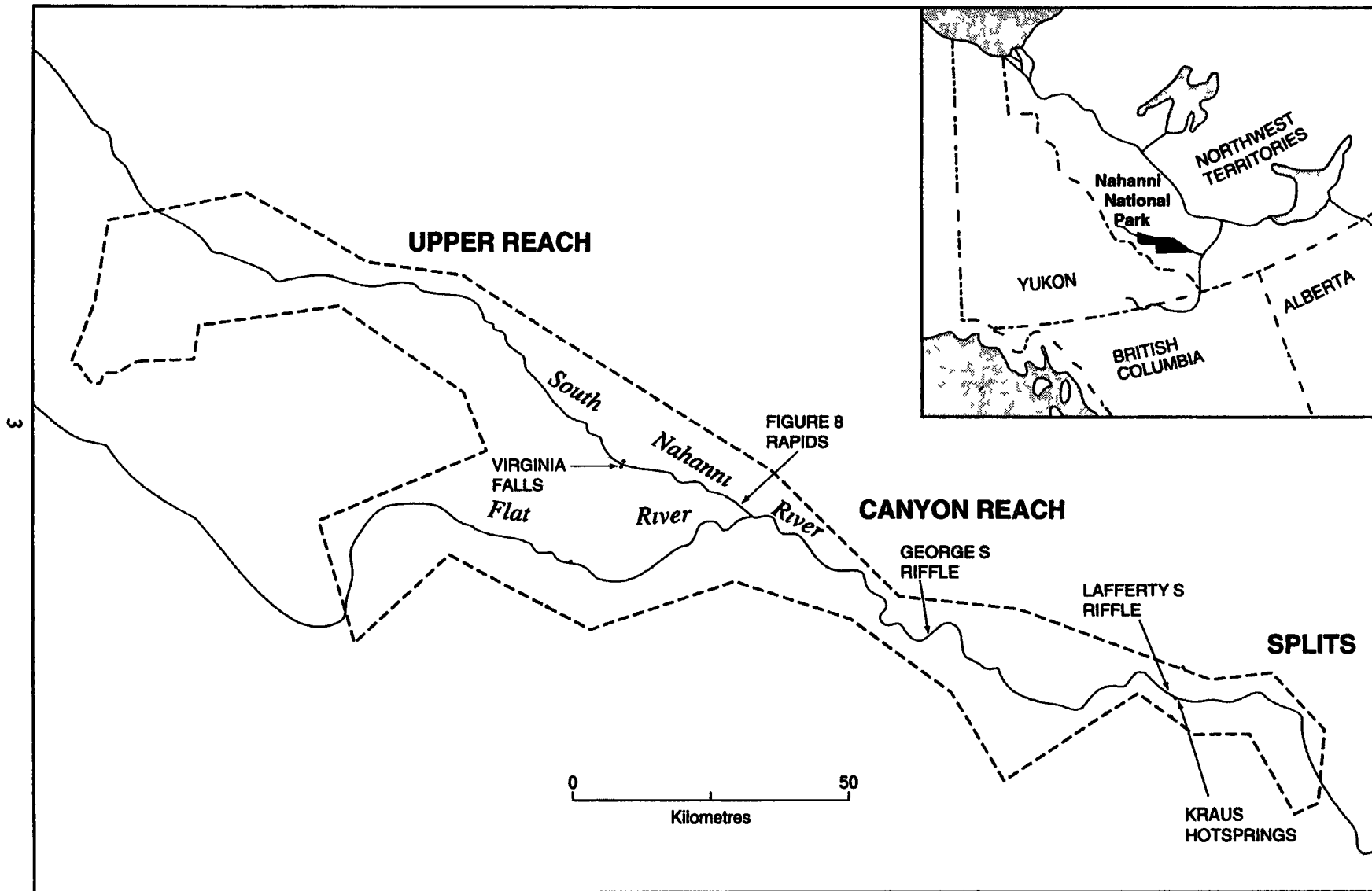


Figure 1 Location of Nahanni National Park Reserve

response of the river to storm events and runoff provides challenges for those recreationists who choose to run it

The South Nahanni River has gained an international reputation for its quality wilderness river experiences. The river within the park can be divided into three reaches. The first reach, Upper Reach (Rabbitkettle Lake near the western boundary to Virginia Falls), and the third reach, the Splits (Kraus Hotsprings to the eastern boundary), are classified as grade I (very easy) on the international scale of river difficulty. The second reach, Canyon Reach, is the most challenging portion of the river within the park. This stretch (from Virginia Falls to Kraus Hotsprings) is classified as grade II (medium) in overall difficulty. Rapids range from grade II in low water to grade IV (difficult) during high water. Canyon Rapids (grade III), Figure 8 Rapids (grade III/IV), George's Riffle (grade III), and Lafferty's Riffle (grade II/III) result from steep gradients and obstructions along the channel bed. Although rapid classes generally decrease with diminishing discharge levels and the river is, therefore, more navigable later in summer, rapids can become more challenging in response to storm events.

4.3 Ecology

The diversity and population levels of fauna in NNPR are a function of habitat which, in turn, is the result of physical components such as climate, physiography, slope, soil and fire. For example, marshland habitats of the lower valleys support moose and beaver, while upper valleys and the Ragged Range provide habitat for occasional woodland caribou and mountain goats respectively. Large mammal species such as Dall sheep, black bears, moose, wood buffalo and wolves attract nature photographers to the park.

4.4 Forest Fire Frequency

Fire plays a necessary and important role in regeneration in the boreal forests of NNPR and, as a result, the ages of forest stands differ throughout the park. Due to the rugged terrain, many fires burn rapidly across vast areas yet local climate conditions and individual fire behaviour may leave patches untouched, these patches act as refugia to recolonize the surrounding burn. Between 1981 and 1992, 23 fires broke out, burning a total of 43 377 hectares of forest within or near park boundaries. Although approximately two fires per year are started by lightning strikes, climate conditions largely determine forest fire frequency.

Although fires promote ecosystem sustainability by creating new habitat and recycling nutrients, they also create natural and visitor management problems. Imbalances in the natural fire regime can alter the proportions of vegetation and, subsequently, relative abundance of wildlife species. Fires are hazardous to visitor safety because of the smoke and heat, and the potential for rapid spreading. In 1981, no new visitors were allowed into NNPR for nearly three weeks, those already in the park were evacuated due to unsafe conditions.

4.5 Visitor Use and Recreational Activities

As the park was established, in part, for the wilderness river experience, the dominant recreation activities are water-based, and include canoeing and rafting. Land-based activities such as visiting historical sites, wilderness camping, hiking, nature photography and mountain climbing are typically secondary activities. The visitor season of NNPR is largely determined by the hydrological characteristics of the South Nahanni River, currently, it is concentrated from May to September with no organized recreational opportunities from October to April. The majority of recreationists visit the park in July and August after the South Nahanni River has peaked and when weather is most stable and pleasant. Although overnight visitors normally stay in the park for a minimum of one week, approximately half (700) of the total visitors per year fly to Virginia Falls for one day and participate in activities such as hiking, picnicking, nature study and climbing.

5 CLIMATE SCENARIO UNDER A DOUBLING OF CO₂

Output from four climate scenarios, three of which were derived from general circulation models (GCMs), were used to determine the potential changes in climate for NNPR. The Canadian Climate Centre (CCC) GCM, the General Fluid Dynamics Laboratory (GFDL) R30 GCM, the Goddard Institute for Space Studies (GISS) GCM and a composite model based upon a combination of paleoclimate data, instrumental data, and spatial analogues were used in this study.

5.1 Estimated Temperature and Precipitation Changes

While the magnitude of the monthly temperature changes differ amongst scenarios, each model indicates that average temperatures will increase every month, with the largest increases occurring in the winter months. More specifically, the temperature output of the CCC GCM falls between that of the GISS, GFDL R30 and composite model. According to the CCC model, the mean annual temperature of the Nahanni basin could increase by up to 4.2°C. The GISS model suggests the average annual temperature may increase 4.6°C, while the GFDL R30 GCM and composite model output are the most conservative at increases of 3.7 and 3.5°C, respectively. Each model projects slightly warmer temperatures for spring and fall and, therefore, the possibility of a longer water-based recreational season along the Nahanni.

Each scenario suggests most months are likely to experience some increases in precipitation. The GFDL R30 model suggests the highest increase in annual total precipitation for the South Nahanni watershed at 40 percent. The CCC and composite models project increases in total precipitation of 12 percent and 10 percent respectively, while the GISS model projects a 2 percent increase.

6 POSSIBLE IMPLICATIONS OF CLIMATE WARMING FOR RECREATION IN NNNPR

6.1 Hydrological Impacts for the South Nahanni River

Changes in runoff for the South Nahanni River basin under a doubling of CO₂ were derived from models developed by Dr Eric Soulis (Department of Civil Engineering, University of Waterloo). The projected monthly runoff for the South Nahanni basin under 2xCO₂ conditions differs slightly among the three scenarios. What is most noteworthy, however, is that despite the distinct differences in annual and some monthly runoff values among the models, the projected runoff values for the summer months (the period between May and September) are similar for each model and resemble current runoff conditions in this period (Figure 2). It appears that the hydrological conditions of the South Nahanni River under a doubling of CO₂ will have less impact upon water-based recreational activities within NNNPR than expected.

6.2 Recreational Impacts and Economic Effects

The execution and enjoyment of water-based activities such as canoeing and rafting in NNNPR are based upon temperature and precipitation patterns and the associated hydrology of South Nahanni River. Under 2x CO₂ conditions and considering only hydrological factors, the park could support a recreation season of nearly six months, extending from break-up of the river in early May to freeze-up in early November. However, as most visitors prefer to run the river after the peak discharge period, it is likely that paddlers will begin coming to Nahanni in late June. Although average monthly temperatures are expected to be above 10°C, May remains designated as the spring shoulder season primarily due to the timing of the peak discharge. As most visitors prefer to run the river after peak flows, most visitor activity will still occur during July and August, with relatively high temperatures and stable weather systems. Because of sustained higher water levels and increased average temperatures above 10°C, September may also be included in the high summer season. The autumn shoulder season may shift into October as temperatures dip below 10°C. As a result, the visitor season may be extended by four weeks. Although climate-induced changes to river hydrology could affect the water skills required for river recreation, since future discharge levels over the summer months will likely resemble current levels, the classification of rapids along the Nahanni may remain similar in the future and will continue to require high levels of expertise for visitors attempting to navigate through the Figure 8 Rapids or George's Riffle. Under conditions projected by the various scenarios, NNNPR will continue to provide an exceptional wilderness white-water experience.

In terms of economic implications, the Deh Cho region, the tourist area in which NNNPR is located, will likely have an extended visitor season associated with possible climate change. Focusing on visitation to NNNPR only, the potential economic impact of an increase of four weeks in the high visitor season of September can be estimated based upon a visitor survey by Robinson (1992). Average visitor expenditures were multiplied by the potential number of visitors for September for each visitor group. The potential number of visitors during this

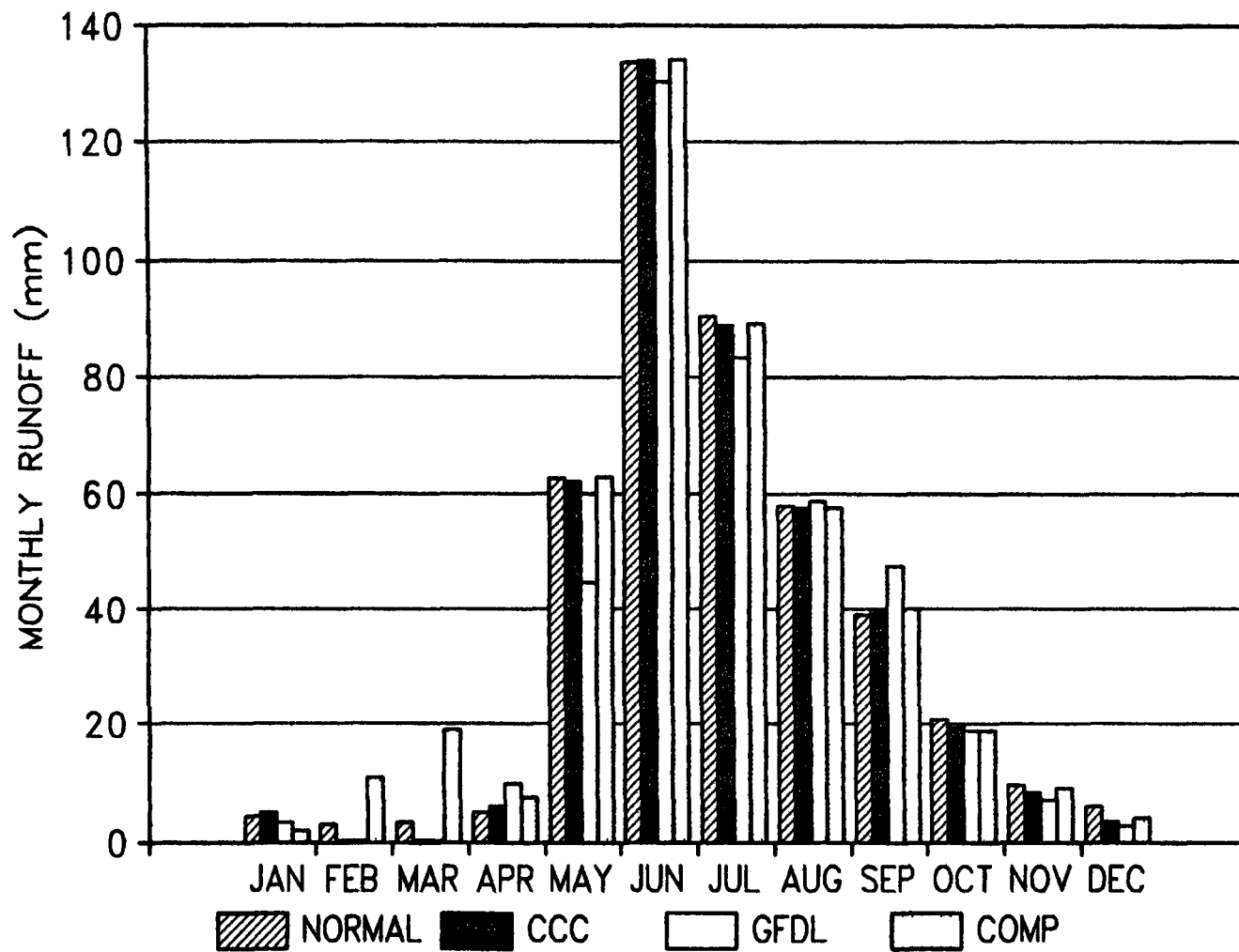


Figure 2 Climate model projections of monthly runoff

extended high season is 450 (225 backcountry and 225 day visitors) and is based upon the assumption that future September visitation levels would be similar to current August levels. With average expenditures of approximately \$2,098 for backcountry users (overnight visitors) and \$1,025 for day users (in which no overnight stay is involved), nearly \$700,000 per year in additional revenue in the Deh Cho region is possible.

6.3 Ecological Impacts

It is expected that for each 1°C rise in average temperature, Canada's ecological zones, boreal and grassland in particular, will shift northwards by 100 km (Curran 1991). The work of Rizzo and Wiken (1992) can be used to describe possible ecological conditions of NNPR under a doubling of CO₂. Rizzo and Wiken determined the shifts in ecoclimatic provinces at a national scale under the GISS scenario. The once dominant black spruce stands may be displaced by mixed wood forests, balsam fir, white pine and white spruce, all of which characterize the cool temperate province. It is likely that shifts in vegetation types would modify the distributions of faunal species. Therefore, under the GISS scenario, ecological conditions presently encountered within NNPR are unlikely to remain constant as temperatures rise.

Altitudinal shifts in life zones under 2x CO₂ conditions may also occur in NNPR. Assuming that for every 1°C rise in mean annual temperature, ecological communities shift between 100 and 150m in elevation (Wein *et al* 1990), lifezones in NNPR may shift between 350m and 700m in altitude under 2x CO₂ conditions. In NNPR, a change of 350m may push nival and alpine habitats off of high mountains in the Ragged Range, as well as subalpine habitats off of other mountains in the western portion of the park. In the eastern portion of the park, the lower mountains surrounding the Flat River and of the Funeral, Tlogotsho, Franklin and Nahanni Ranges, may experience an expansion of the lowland life zone at the expense of montane areas. As fewer human barriers exist in the mountains, altitudinal shifts of vegetation zones may be more prevalent than latitudinal responses.

Shifts in ecoclimatic zones will have indirect effects upon recreation activities. The experience of recreation activities such as landscape viewing and nature photography may differ in the future as the setting may consist of different plant and wildlife species. These changes may affect people who wish to photograph particular species associated with life zones no longer represented within the park.

6.4 Impacts upon Forest Fire Regimes

More fires may occur due to lower water tables and a greater frequency of lightning under enhanced CO₂ conditions leading to significant alterations in vegetation distribution and assemblages. If forest fires become severe enough to result in NNPR's closure, implications for visitor numbers and season length may occur; for example, the length of the visitor season may decrease.

7 CLIMATE VARIABILITY AND ADAPTIVE MANAGEMENT STRATEGIES

Park managers are responsible for maintaining the ecological integrity of natural ecosystems through the appropriate management of biophysical elements and visitor activities. In the context of climate change and variability, two strategies are proposed to respond to uncertainty; these strategies allow park managers to remain adaptive and flexible in light of changing conditions.

First, the implementation of an ecological monitoring program within NNPR could serve several purposes: it would initiate and/or complete the collection of baseline data for various ecosystem components, such as climate, which the park is currently lacking and it could function as an early warning system by detecting deviations from the norm. The program could be used to assess the ecological integrity of the park for State of the Park Reports and could be used to monitor the environment surrounding the park, providing valuable information for State of the Environment Reports. An ecological monitoring program could also identify trends associated with changing environments, thereby assisting park officials in making management decisions.

Second, implementing a monitoring program of human activities in NNPR could help reduce uncertainties associated with environmental change. As visitors are encouraged to develop an understanding and appreciation of the natural processes and cultural heritage of the park through participation in various recreational activities, the health and sustainability of ecosystems will depend, in part, on the effective management of visitor use.

8 CONCLUSIONS

Four climate change scenarios were used to determine the possible effects of 2x CO₂ conditions for water-based recreation at Nahanni National Park Reserve. Each scenario suggests temperatures will increase, especially in the winter months, and most months will experience some increase in precipitation. As a result of warmer temperatures, a longer water-based recreation season on the South Nahanni River is possible.

Hydrological modeling of the South Nahanni River basin suggests that runoff values for the summer months (the period from May to September) will resemble current conditions. Considering only hydrological factors, NNPR could support a recreation season of nearly six months, from early May to early November. However, visitors will likely begin coming to the park in late June and July and August will remain the most popular months for water-based recreation at Nahanni. An increase in visitor numbers is possible in September.

Positive economic benefits for the Deh Cho region, the tourist area in which NNPR is located, are possible, due to the extension of the recreation season. Nearly \$700,000 additional revenue may accrue if water-based recreation at Nahanni is extended into September.

From an ecological perspective, climate change may shift vegetation and faunal species northward and upward and more forest fires may occur, possibly resulting in occasional restrictions on visitor use. Ecoclimatic zone shifts will have indirect effects on recreation at NNPR. Differences in the landscape viewing and nature photography experiences may occur as plant and wildlife species in the NNPR area change.

Rapid changes in climate would render national parks unable to provide protection of representative elements of the landscape for which the park was designated. This is particularly true if these elements migrate outside of park boundaries in response to altered rainfall patterns and increased temperatures. As land uses surrounding parks change in response to climate, pressures will mount on park ecosystems which are already stressed by habitat fragmentation. Diminution of species' ranges and population sizes, and even local extinctions are probable results of climate-induced pressures on parks (Peters and Darling 1985). In addition to biophysical characteristics, changes in climate will also likely affect human uses of the parks. Each year, many Canadians learn about and develop an appreciation for the natural processes and cultural history of national parks through recreation activities. If the physical and biological elements which provide the backdrop for recreation are altered by changes in climate, the recreation experience will also be affected. Changes in recreation opportunities could further stress natural ecosystems in the park through increased visitation, greater infrastructure requirements and extended visitor seasons. In these ways, climate change poses challenges for park managers who must ensure that recreation occurs in ways that are compatible with the maintenance of ecological integrity.

Climate change, like many other environmental perturbations, poses physical, biological and managerial problems for park managers largely because of the uncertainty associated with it. This uncertainty involves the timing and magnitude of change as well as the responses of ecological processes and human activities to these changes, and makes developing appropriate and sustainable management strategies difficult. Yet, waiting for definitive proof of a change in global climate before instigating active long-term management strategies could be risky and problematic for national parks. Hence, the managers of NNPR are advised to consider climate change in their long-term management strategies and are advised to reduce the uncertainties associated with environmental change by incorporating two complementary adaptive strategies, ecological monitoring and visitor monitoring.

Acknowledgments

The research was funded in part by The Mackenzie Basin Impact Study, AES, Environment Canada and Tourism Canada. We wish to thank Eric Soulis and Lisa Kadonaga for sharing their preliminary results with us and the staff of Nahanni National Park Reserve for their interest in the study. A longer version of this paper has been published by *The Canadian Geographer*.

References

Curran, T 1991 *Forests and Global Warming* (Ottawa Library of Parliament, Research Branch)

Peters, R., and Darling, J 1985 The Greenhouse Effect and Nature Reserves, *BioScience* 35(11), 707-716

Rizzo, B, and Wiken, E 1992 Assessing the Sensitivity of Canada's Ecosystems to Climatic Change, *Climatic Change* 21, 37-55

Robinson, M 1992 *Nahanni National Park Reserve 1991 Visitor Study Results* (Winnipeg Socio-Economic Services Unit, Canadian Parks Service)

Wein, R., Hogenbirk, J, McFarlane, B, Schwartz, A, and Wright, R 1990 Protection Strategies for Parks under Predicted Climate Change, *Parks* 1(2), 17-22

Remerciements

Cette recherche a été financée en partie par l'Étude d'impact sur le bassin du Mackenzie, le SEA, Environnement Canada et Tourisme Canada. Nous tenons à remercier Eric Soulis et Lisa Kadonaga de nous avoir fait connaître leurs résultats préliminaires, ainsi que le personnel de la réserve de parc national Nahanni de son intérêt pour notre étude. Une version plus longue du document a été publiée en anglais dans le *Canadian Geographer*.

References

Curran, T. 1991 *Forests and Global Warming* (Ottawa: Library of Parliament, Research Branch)

Peters, R., et Darling, J. 1985 The Greenhouse Effect and Nature Reserves, *BioScience* 35(11), 707-716

Rizzo, B., et Wiken, E. 1992 Assessing the Sensitivity of Canada's Ecosystems to Climatic Change, *Climatic Change* 21, 37-55

Robinson, M. 1992 *Nahanni National Park Reserve 1991 Visitor Study Results* (Winnipeg: Socio-Economic Services Unit, Canadian Parks Service)

Wein, R., Hogenbirk, J., McFarlane, B., Schwartz, A., et Wright, R. 1990 Protection Strategies for Parks under Predicted Climate Change, *Parks* 1(2), 17-22

qu'à partir de la fin juin, juillet et août seront les mois favoris pour les loisirs nautiques sur la Nahanni. Il pourrait y avoir une augmentation du nombre de visiteurs en septembre.

La région de Deh Cho, zone touristique dans laquelle est située la RPNN, pourrait tirer des avantages économiques de l'allongement de la saison de loisirs. Les recettes pourraient augmenter de près de 700 000 \$ si l'on peut pratiquer des activités nautiques sur la Nahanni jusqu'en septembre.

Sur le plan de l'écologie, le changement climatique peut faire migrer les espèces animales et végétales vers le nord et vers les altitudes plus élevées, il pourrait y avoir davantage de feux de forêt, ce qui risquerait de réduire occasionnellement l'accès des visiteurs au parc. Les décalages des zones écoclimatiques auront des effets indirects sur les loisirs à la RPNN : les paysages et curiosités naturelles à admirer et à photographier pourront être différents si la RPNN est peuplée d'autres espèces animales et végétales.

Si le climat change rapidement, les parcs nationaux ne pourront pas protéger les éléments représentatifs du paysage pour lesquels ils ont été créés, en particulier si l'altération de la pluviométrie et le réchauffement chassent ces éléments hors de leurs limites. À mesure que le changement climatique fera évoluer les utilisations des terres autour des parcs, les pressions se feront plus grandes sur les écosystèmes des parcs, qui subissent déjà les atteintes de la fragmentation des habitats. Les pressions d'origine climatique qui s'exercent sur les parcs auront probablement pour effet un rétrécissement des territoires des espèces et une diminution de leurs effectifs, voire des extinctions locales (Peters et Darling, 1985). Le changement climatique influera probablement non seulement sur les caractéristiques biophysiques, mais aussi sur les utilisations des parcs par l'homme. C'est grâce aux activités de loisir que, chaque année, nombre de Canadiens découvrent et apprécient les processus naturels et l'histoire culturelle des parcs nationaux. Si les éléments physiques et biologiques qui en constituent la toile de fond se trouvent modifiés dans les nouvelles conditions climatiques, l'impact de ces activités le sera aussi. La nouvelle orientation que devront prendre les loisirs pourrait stresser encore plus les écosystèmes naturels du parc : hausse de la fréquentation, accroissement des besoins en infrastructures et allongement de la saison. Ce sont là les défis posés par le changement climatique aux gestionnaires des parcs, qui doivent faire en sorte que les activités de loisir soient compatibles avec le maintien de l'intégrité écologique.

Les problèmes physiques, biologiques et gestionnels que le changement climatique, comme nombre d'autres perturbations de l'environnement, cause aux responsables des parcs sont en grande partie dus à l'incertitude qui entache le phénomène. Cette incertitude pèse sur le moment et l'ampleur du changement, ainsi que sur la manière dont y répondront les processus écologiques et les activités humaines, c'est pourquoi il est difficile d'élaborer des stratégies de gestion appropriées et durables. Cependant, il serait risqué et dangereux pour les parcs nationaux d'attendre d'avoir des preuves formelles du changement du climat mondial pour mettre en place des stratégies actives de gestion à long terme. On conseille donc aux gestionnaires de la RPNN de prendre le changement climatique en compte dans leurs stratégies à long terme et de réduire les incertitudes liées au changement de l'environnement en y intégrant deux stratégies d'adaptation complémentaires : la surveillance écologique et la surveillance des activités des visiteurs.

6 4 Impacts sur les régimes des incendies de forêt

Il pourrait y avoir plus d'incendies, du fait de la baisse du niveau des nappes phréatiques et d'une fréquence accrue de la foudre dans des conditions de concentrations plus élevées de CO₂, ce qui se traduirait par des modifications profondes de la distribution et des assemblages des végétaux. Si les feux de forêt devenaient assez graves pour entraîner la fermeture de la RPNN, il pourrait s'ensuivre une réduction du nombre de visiteurs et un raccourcissement de la saison.

7 VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET STRATÉGIES ADAPTATIVES DE GESTION

Les gestionnaires des parcs ont la responsabilité de conserver l'intégrité écologique des écosystèmes naturels, via une gestion appropriée des éléments biophysiques et des activités des visiteurs. Dans un contexte de changement et de variabilité du climat, on propose, pour faire face à l'incertitude, deux stratégies qui permettront à ces gestionnaires de conserver souplesse et adaptabilité dans des conditions changeantes.

D'abord, la mise en place d'un programme de surveillance écologique dans la RPNN pourrait servir différents buts : il permettrait d'entreprendre ou de compléter la collecte de données de référence sur divers éléments de l'écosystème, comme le climat, dont manque actuellement le parc et il pourrait servir à la détection précoce des écarts par rapport à la norme. Le programme pourrait aussi être utilisé pour évaluer l'intégrité écologique du parc, dans le cadre des Rapports sur l'état des parcs, et pour surveiller l'environnement immédiatement extérieur au parc, fournissant la encore des informations précieuses pour les Rapports sur l'état des parcs. Un programme de surveillance écologique serait aussi un outil pour repérer les tendances liées au changement de l'environnement, et donc aider les responsables des parcs dans la prise de décisions de gestion.

Ensuite, l'implantation d'un programme de surveillance des activités humaines dans la RPNN pourrait contribuer à lever les incertitudes liées au changement climatique. Comme les visiteurs sont encouragés à mieux comprendre et apprécier les processus naturels et le patrimoine culturel du parc en participant à diverses activités de loisir, la santé et la pérennité des écosystèmes dépendront en partie d'une bonne gestion de son utilisation par les visiteurs.

8 CONCLUSIONS

On a eu recours à quatre scénarios de changement climatique pour déterminer les impacts possibles d'un climat à double CO₂ sur les loisirs nautiques dans la réserve de parc national Nahanni. Tous les scénarios suggèrent un réchauffement, surtout en hiver, et une quelconque augmentation des précipitations pour la plupart des mois de l'année. Le temps étant plus chaud, la saison de loisirs nautiques sur la Nahanni Sud pourrait être plus longue.

La modélisation de l'hydrologie du bassin de la Nahanni Sud laisse penser que, pendant l'été (mai à septembre), les valeurs du ruissellement seront assez semblables aux valeurs actuelles. Si l'on ne considère que les facteurs hydrologiques, la saison de loisirs à la RPNN pourrait être de presque six mois (début mai à début novembre). Cependant, les visiteurs ne fréquenteront probablement le parc

laquelle est située la RPNN. Si l'on ne considère que la RPNN, on peut évaluer l'impact économique possible d'un allongement de quatre semaines de la pleine saison (jusqu'en septembre) en se basant sur une étude des visiteurs effectuée par Robinson (1992). On a multiplié les dépenses moyennes par visiteur par le nombre potentiel de ceux-ci en septembre, pour chaque groupe de visiteurs. Le nombre potentiel de visiteurs de cette nouvelle pleine saison a été fixé à 450 (225 dans l'arrière-pays et 225 visites d'une journée), à partir de l'hypothèse que la fréquentation en septembre serait semblable à celle que l'on connaît actuellement en août. Les dépenses moyennes étant d'environ 2 098\$ pour les usagers de l'arrière-pays (couchant dans le parc) et de 1 025\$ pour les visiteurs d'un jour (aucune nuitée), on peut envisager des recettes supplémentaires de presque 700 000\$ par an dans la région de Deh Cho.

6.3 Incidences écologiques

On s'attend à ce que, chaque fois que la température moyenne monte de 1°C, les zones écologiques du Canada (la zone boréale et les prairies en particulier) se décalent vers le nord de 100 km (Curran, 1991). On peut recourir aux travaux de Rizzo et Wiken (1992) pour décrire les conditions écologiques possibles de la RPNN dans un climat à double CO₂. Rizzo et Wiken ont déterminé, à l'échelle nationale, les migrations des provinces écoclimatiques selon le scénario du GISS. Les peuplements d'épinette noire, autrefois dominants, pourraient être remplacés par des forêts mixtes, des sapins baumiers, des pins blancs et des épinettes blanches, peuplements qui sont tous caractéristiques de la province tempérée froide. Il est probable que ces migrations de la végétation se repercuteront sur la distribution des espèces fauniques. Par conséquent, selon le scénario du GISS, les caractéristiques écologiques actuelles de la RPNN seront modifiées avec la hausse des températures.

Des conditions de double CO₂ peuvent aussi entraîner des migrations des biomes vers les altitudes supérieures. Si l'on suppose que, chaque fois que la température annuelle moyenne monte d'un degré Celsius, les communautés écologiques doivent s'élever de 100 à 150 m (Wein *et al.*, 1990), les conditions de climat à double CO₂ pourraient faire monter les biomes de la RPNN de 350 m à 700 m en altitude. Dans la RPNN, un changement de 350 m peut anéantir les habitats des étages alpin et nival des hautes montagnes du chaînon Ragged, ainsi que les habitats de l'étage subalpin d'autres montagnes de l'ouest du parc. Dans l'est du parc, les montagnes plus basses entourant la rivière Flat et celles des massifs Funeral, Tlogotsho, Franklin et Nahanni pourraient voir une expansion des biomes des basses terres aux dépens des zones montagnardes. Comme il existe peu d'obstacles anthropiques dans les montagnes, les décalages altitudinaux de la végétation pourraient être plus nombreux que les latitudinaux.

Les migrations des zones écoclimatiques auront des effets indirects sur les activités de loisir. Certaines, comme la découverte des paysages et la photographie de la nature, pourront être différentes dans le futur, car les espèces animales et végétales peuplant la RPNN pourraient être différentes. Ces changements pourront affecter les personnes qui veulent photographier des espèces particulières associées à des biomes disparus du parc.

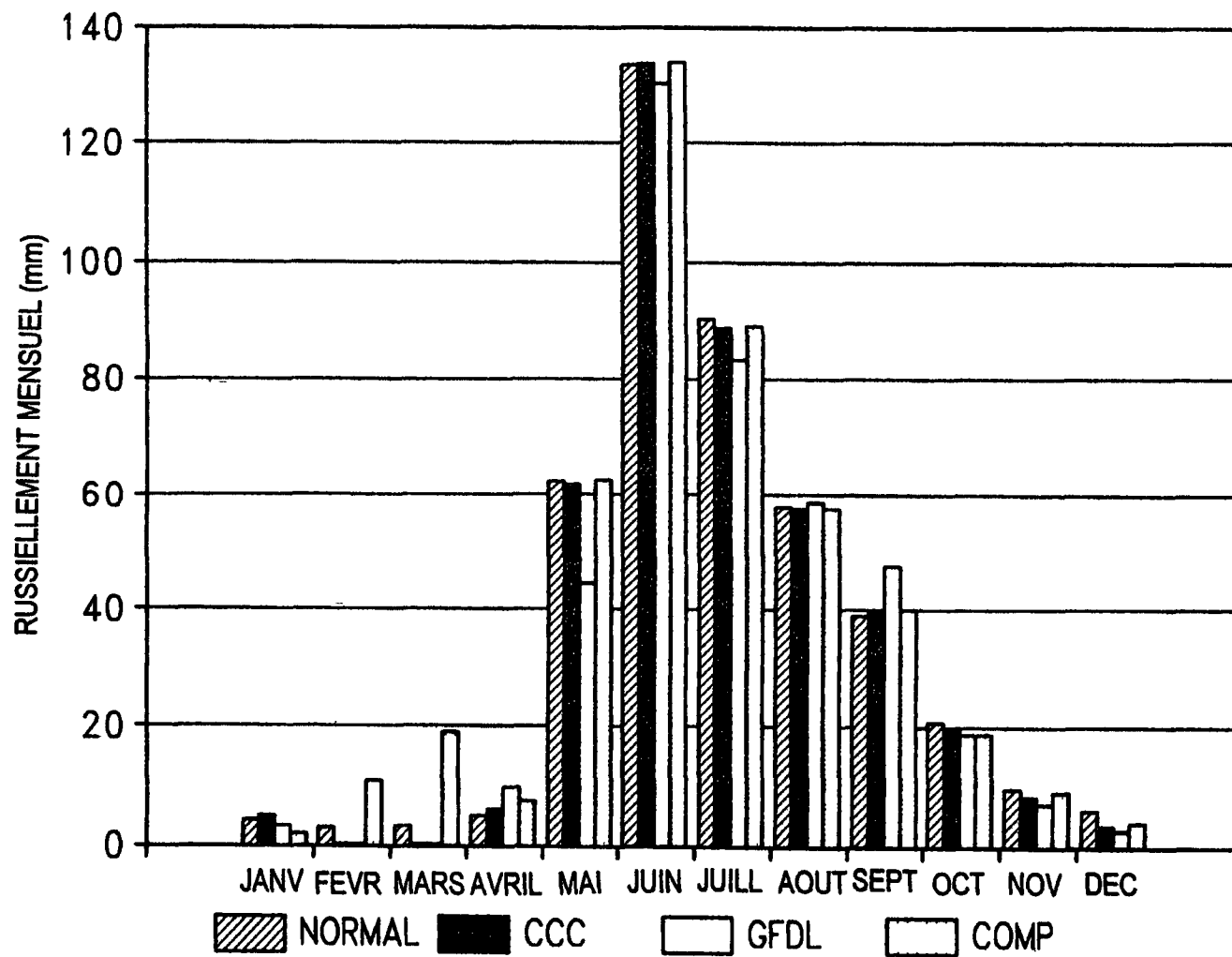


Figure 2 Projections des modèles climatiques du ruissellement mensuel

Dans chaque scénario, les précipitations sont susceptibles d'augmenter pour la plupart des mois de l'année. C'est le modèle R30 du GFDL qui prédit la plus forte augmentation (40%) des précipitations totales annuelles dans le bassin de la Nahanni Sud. Pour le modèle du CCC et le modèle composite, cette augmentation se situerait à 12 et 10% respectivement, elle ne serait que de 2% selon le modèle du GISS.

6 INCIDENCES POSSIBLES D'UN RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE SUR LES LOISIRS DANS LA RPNN

6.1 Incidences hydrologiques sur la Nahanni Sud

Les modifications du ruissellement dans le bassin de la Nahanni Sud sous un climat à double CO₂ ont été tirées de modèles élaborés par Eric Soulis (Département de génie civil, Université de Waterloo). Le ruissellement mensuel projeté varie quelque peu selon le scénario. Ce qu'il faut cependant noter, c'est que, malgré les différences marquées d'un modèle à l'autre dans les valeurs annuelles et certaines valeurs mensuelles du ruissellement, les valeurs projetées pour l'été (mai à septembre) sont similaires dans tous les modèles et ressemblent aux conditions actuelles de cette période (Figure 2). Il semble donc que la nouvelle hydrologie de la Nahanni Sud par double CO₂ aura moins d'incidences que prévu sur les activités de loisirs nautiques dans la RPNN.

6.2 Incidences sur les loisirs et impacts économiques

La pratique et l'agrément tiré des activités nautiques comme le canoé et le radeau dans la RPNN sont fonction des régimes de température et de précipitations, et de l'incidence de ceux-ci sur l'hydrologie de la Nahanni Sud. Dans des conditions de double CO₂ et en ne considérant que les facteurs hydrologiques, la saison de loisirs dans le parc pourrait atteindre presque six mois, et s'étendre du déglacement de la rivière au début de mai jusqu'à l'englacement au début de novembre. Cependant, comme la majorité des visiteurs préfèrent descendre la rivière après la période de débit de pointe, il est probable qu'ils commenceraient à arriver à la Nahanni à la fin de juin. Bien qu'on prévoie pour mai des températures mensuelles moyennes de plus de 10°C, ce mois reste considéré comme l'inter-saison de printemps, surtout à cause de l'époque où surviennent les pointes de débit. La fréquentation du parc continuera donc de se situer surtout en juillet et août, lorsque le temps est relativement chaud et stable. Comme le niveau de l'eau restera haut et que les températures moyennes monteront à plus de 10°C, septembre pourrait faire partie de la pleine saison d'été. L'inter-saison d'automne pourrait alors se décaler sur octobre, à mesure que les températures descendent en-dessous de 10°C. La saison de fréquentation serait alors prolongée de quatre semaines. Les changements de l'hydrologie de la rivière dus au climat pourraient certes influencer sur les compétences requises pour les loisirs nautiques, toutefois, comme les débits futurs seront probablement semblables à ceux de maintenant, le classement des rapides sur la Nahanni ne devrait pas changer et continuer d'exiger une grande expertise des visiteurs qui tenteront de descendre les rapides du 8 ou de George. Dans les conditions projetées par les divers scénarios, la RPNN restera le théâtre d'une exceptionnelle expérience de rapides sauvages.

Pour ce qui est des incidences économiques, le changement climatique éventuel se traduira sans doute par une plus longue saison de fréquentation dans la région de Deh Cho, zone touristique dans

Les incendies favorisent certes la durabilité de l'écosystème en créant de nouveaux habitats et en recyclant les éléments nutritifs, ils peuvent cependant susciter aussi des problèmes concernant la gestion des visiteurs et la nature. Des déséquilibres dans le régime naturel des feux de forêt peuvent altérer les proportions des espèces végétales et donc l'abondance relative de la faune. La fumée et la chaleur dégagées par les feux sont en outre dangereuses pour les visiteurs, ainsi que le risque de propagation rapide. En 1981, on n'a admis aucun nouveau visiteur dans la RPNN pendant près de trois semaines, les personnes qui étaient déjà dans le parc ont dû être évacuées car les conditions n'étaient pas sécuritaires.

4.5 Fréquentation et activités récréatives

Le parc a été créé en partie parce qu'il permettait de faire l'expérience des rivières sauvages, les activités récréatives dominantes sont donc liées à l'eau, comme la pratique du canoë et du radeau. Les activités qui se déroulent sur les terres, comme la visite de sites historiques, le camping sauvage, les randonnées pédestres, la photographie de la nature et l'escalade, sont typiquement secondaires. La saison de fréquentation de la RPNN est largement déterminée par l'hydrologie de la Nahanni Sud. Elle se concentre actuellement entre mai et septembre, et aucune activité structurée n'est prévue d'octobre à avril. La majorité des entrées prennent place en juillet et août, après les pointes de débit de la Nahanni Sud, lorsque les conditions météorologiques sont les plus stables et les plus agréables. Bien que les visiteurs qui séjournent dans le parc y restent normalement au moins une semaine, chaque année environ la moitié (700) du nombre total de visiteurs vont en avion passer la journée aux chutes Virginia et faire de la randonnée pédestre ou de l'escalade, pique-niquer ou étudier la nature.

5 SCÉNARIOS DE CLIMATS À DOUBLE CONCENTRATION DE CO₂

On a utilisé les sorties de quatre scénarios climatiques, dont trois sont dérivés de modèles de circulation générale (MCG), pour déterminer les changements que pourrait subir le climat de la RPNN. Ce sont le MCG du Centre climatique canadien (CCC), le MCG R30 du General Fluid Dynamics Laboratory (GFDL), le MCG du Goddard Institute for Space Studies (GISS) et un modèle composite basé sur une combinaison de données paléoclimatologiques, de données d'instruments et d'analogues spatiaux.

5.1 Changements estimatifs de la température et des précipitations

Bien que l'ampleur du changement subi par les températures varie selon les scénarios, tous les modèles indiquent une hausse des températures moyennes de chaque mois de l'année, la hausse la plus marquée concernant les mois d'hiver. Plus précisément, la température prédite par le MCG du CCC se situe entre celles du modèle R30 du GFDL, du modèle du GISS et du modèle composite. Selon le modèle du CCC, la hausse de la température annuelle moyenne du bassin de la Nahanni pourrait atteindre 4,2°C. Pour le modèle du GISS, cette hausse de la moyenne annuelle serait de 4,6°C, alors que le modèle composite et le R30 du GFDL se limitent respectivement à 3,7 et 3,5°C. Chaque modèle prévoit des températures légèrement plus élevées au printemps et en automne et, donc, une possibilité d'allongement de la saison propice aux loisirs nautiques sur la Nahanni.

4 2 Hydrologie de la Nahanni Sud

Le régime hydrologique nival subarctique de la Nahanni Sud est étroitement lié aux conditions climatiques du bassin versant. Les débits de pointe surviennent généralement dans les trois dernières semaines de juin, en raison de la fonte de la neige en altitude dans le nord du bassin. Ces débits peuvent être 200 fois plus élevés que les débits d'étiage hivernaux, alors que les débits de pointe mensuels moyens le sont de 10 à 35 fois. Le régime hydrologique de la Nahanni Sud limite les possibilités d'activités de loisir à cinq mois, mai à octobre. C'est la réaction rapide de la rivière aux orages et au ruissellement qui lance un défi aux sportifs qui la descendent.

La Nahanni Sud doit sa réputation internationale à la qualité des expériences en rivière sauvage qu'elle offre. Dans le parc, la rivière peut être divisée en trois tronçons. Le premier, le tronçon supérieur (du lac Rabbitkettle près de la limite ouest jusqu'aux chutes Virginia), et le troisième, the Splits (de la source thermique Kraus à la limite est), sont classés dans la catégorie I (très facile) sur l'échelle internationale de difficulté des cours d'eau. Le deuxième tronçon, le Canyon, est la partie la plus difficile de la rivière dans le parc. Ce tronçon, qui s'étend des chutes Virginia à la source thermique Kraus, est classé II (moyen) en difficulté générale. La cote des rapides varie de II en basses eaux à IV (difficile) en période de hautes eaux. Les rapides du Canyon (III), du 8 (III/IV), de George (III) et de Lafferty (II/III) sont dus à de fortes dénivellations et à des obstacles sur le lit de la rivière. Bien que les cotes des rapides diminuent généralement à mesure que baissent les débits et que la rivière soit donc plus navigable vers la fin de l'été, les rapides peuvent remonter en difficulté après des orages.

4 3 Écologie

La diversité et les effectifs de la faune dans la RPNN sont fonction de l'habitat, qui est lui-même tributaire d'éléments physiques comme le climat, la physiographie, la pente, le sol et les incendies. Par exemple, les habitats de marais des basses vallées abritent des orignaux et des castors, alors que les hautes vallées et que le chaînon Ragged fournissent respectivement un habitat occasionnel au caribou des bois et à la chèvre de montagne. Les amateurs de photographie de la nature sont attirés dans le parc par les grands mammifères comme le mouflon de Dall, l'ours noir, l'orignal, le bison des bois et le loup.

4 4 Fréquence des feux de forêt

Le feu joue un rôle crucial et nécessaire dans la régénération de la forêt boréale de la RPNN, l'âge des peuplements varie donc considérablement d'un endroit à l'autre dans le parc. En raison des accidents de terrain, nombre de feux brûlent rapidement sur de vastes superficies, cependant, du fait des conditions climatiques locales et du comportement individuel des feux, certaines zones peuvent demeurer intactes. Ces enclaves constituent des refuges à partir desquelles est repeuplé le terrain brûlé avoisinant. Entre 1981 et 1992, 23 feux ont éclaté, brûlant un total de 43 377 hectares de forêt au sein du parc ou à proximité de ses limites. Bien qu'environ deux feux soient allumés chaque année par la foudre, les conditions climatiques sont un facteur largement déterminant de la fréquence des incendies de forêt.

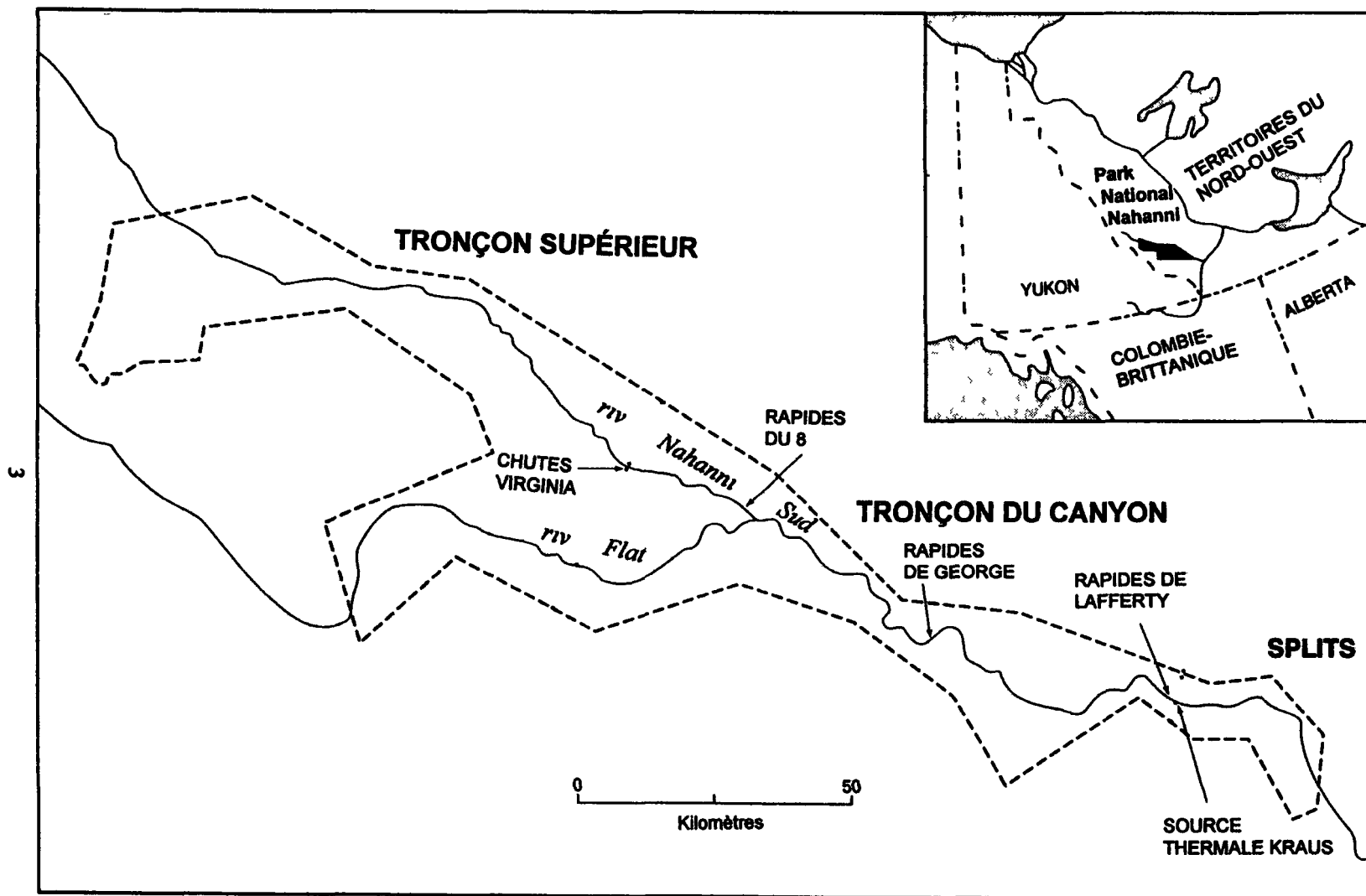


Figure 1 Location de la réserve du parc national Nahanni

endroits éloignés, relativement peu fréquentes et dotés d'une infrastructure réduite, ils constituent donc un cadre idéal pour la surveillance des incidences du changement climatique planétaire. La réserve de parc national Nahanni (RPNN), dans les Territoires du Nord-Ouest, attire par les possibilités de loisirs nautiques (Figure 1). Elle a donc été choisie pour une étude de cas qui visait à déterminer les incidences d'un éventuel changement climatique sur un parc nordique, en ce qui concerne tant les caractéristiques biophysiques que les loisirs.

3 MÉTHODES DE RECHERCHE

Cette étude repose sur une méthodologie en six étapes. La première est de déterminer le régime climatique actuel normal au sein de la RPNN (valeurs mensuelles des températures et des précipitations). Ensuite, on examine les activités présentes de loisirs nautiques : longueur de la saison, moment de la pleine saison et nombre de participants. En troisième lieu, on établira des liens entre les conditions climatiques actuelles et les loisirs dans le parc. Ces liens sont des facteurs directement régis par le climat et qui, à leur tour, influent sur la possibilité de pratiquer l'activité concernée ou sur l'agrément que l'on peut en tirer, on étudiera donc l'hydrologie, l'écologie et l'occurrence de feux de forêt. La quatrième étape consistera à établir les caractéristiques futures du parc (valeurs mensuelles de la température et des précipitations), sous un climat à double taux de dioxyde de carbone ($2xCO_2$), à partir de quatre scénarios. En postulant que, dans le futur, les liens entre climat et loisirs seront les mêmes que maintenant, on poursuivra avec la cinquième étape : déterminer les effets des futures conditions climatiques sur les liens en question, en se basant sur les modèles de ruissellement et de fréquence des incendies, ainsi que sur la documentation pertinente. La sixième étape consistera à évaluer l'influence qu'auront les changements dans les facteurs liens sur la pratique et l'agrément des activités de loisir considérées et à dresser un tableau de ce que pourraient être ces loisirs dans le parc dans un climat à double CO_2 .

4 DESCRIPTION DU SITE

4.1 Climat du bassin versant de la Nahanni Sud

Le bassin de la Nahanni Sud, qui inclut la RPNN, est soumis à l'influence d'un climat continental, caractérisé par des étés courts et chauds, et des hivers longs et froids. Les masses d'air de l'Arctique et du Pacifique, un relief varié et la latitude élevée sont les facteurs qui régissent les paramètres climatologiques du parc tels que la température et les précipitations. Le régime thermique du bassin de la Nahanni Sud varie considérablement selon le moment et l'endroit. Comme c'est une région continentale, il y a un écart de $35,5^{\circ}C$ entre les moyennes mensuelles de l'été et de l'hiver : les températures moyennes sont de $-21^{\circ}C$ en janvier, et de $14,5^{\circ}C$ en juillet. Bien que la pluviométrie de la région de la Nahanni varie elle aussi dans le temps et dans l'espace, la plus grande partie des précipitations totales du bassin (530 mm) tombe en été, ce qui est caractéristique d'un climat continental. Les précipitations hivernales sont faibles (150 mm), du fait de la présence d'air sec et froid de l'Arctique.

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ACTIVITÉS DE LOISIR DANS LA RÉSERVE DE PARC NATIONAL NAHANNI

1 POINTS SAILLANTS DE L'ÉTUDE

- Le changement climatique planétaire peut entraîner des problèmes dans les parcs nationaux et les zones protégées destinés à la préservation des écosystèmes naturels
- Comme le changement climatique augmentera sans doute d'ampleur avec la latitude, les parcs nordiques, comme la réserve de parc national Nahanni (RPNN), risquent d'être particulièrement vulnérables aux variations du climat
- Les sorties des modèles de circulation générale (MCG) suggèrent que le climat de la RPNN devrait se réchauffer, surtout en hiver, et devenir légèrement plus humide. Cependant, selon les modèles hydrologiques, le ruissellement dans le bassin de la Nahanni Sud devrait demeurer sensiblement le même que présentement
- Il ne devrait pas y avoir beaucoup de changement dans la pratique et l'agrément tirés des activités nautiques comme la pratique du canoë et du radeau, sauf peut-être un léger allongement de l'inter-saison d'automne, qui pourrait se traduire par une hausse des dépenses des touristes dans la région
- Les décalages des zones écoclimatiques auront des repercussions indirectes sur les activités telles que la découverte des paysages et la photographie de la nature, de plus, les variations de la fréquence des incendies influenceront sur l'écologie des parcs et la gestion des visiteurs
- On recommande aux gestionnaires de la RPNN et des autres parcs d'intégrer le changement climatique dans leurs stratégies à long terme et de réduire les incertitudes liées aux changements environnementaux en adoptant deux approches complémentaires à l'adaptation, reposant sur la surveillance de l'écologie et des visiteurs

2 INTRODUCTION

L'éventualité du changement climatique planétaire peut présenter des problèmes pour les parcs nationaux et les zones protégées destinés à la préservation des divers écosystèmes naturels. Bien que le climat joue un rôle important dans le maintien des processus écologiques sur lesquels la désignation d'un parc repose en partie, il n'a encore été fait, au Canada et à l'étranger, que peu d'études du changement climatique et de ses effets potentiels sur les parcs nationaux. Les études détaillées des implications de la variabilité climatique sur les parcs nationaux du Canada effectuées jusqu'ici n'abordaient le problème que sous l'angle de la biophysique.

Comme les projections indiquent que l'ampleur du changement climatique augmentera sans doute avec la latitude, il convient de s'intéresser aux parcs nationaux du nord du Canada, qui risquent d'être particulièrement vulnérables aux variations du climat. Ces parcs sont en général situés dans des

INTRODUCTION

La série sommaire du changement climatique présente les études touchant les effets du réchauffement du climat. La liste des titres antérieurs de la série figure au verso de la première page de couverture.

DÉNÉGATION DE RESPONSABILITÉ

La présente publication a été préparée par Mme Tamara Staple et M. Geoff Wall, Université de Waterloo.

Les avis et opinions qui y sont exprimés sont ceux des auteurs. Ils n'expriment ni ne reflètent nécessairement ceux du gouvernement du Canada ou de tout organisme de celui-ci.

Pour obtenir à titre gracieux des exemplaires de cet ouvrage, écrire au

Centre de distribution
Service de l'environnement atmosphérique
4905, rue Dufferin
Downsview (Ontario)
M3H 5T4
Tel (416) 739-4155

Une version plus longue du document a été publiée en anglais dans le *Canadian Geographer*, volume 40, numéro 2, 1996 110-120.

Publié avec l'autorisation du
ministre de l'Environnement

Ministre des Approvisionnements
et Services Canada 1996

No de catalogue EN57-27/1996-02
ISBN 0-662-62461-0
ISSN 0835-3980

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ACTIVITÉS DE LOISIR DANS LA RÉSERVE DE PARC NATIONAL NAHANNI

Rédigé pour le

**Sommaire du changement climatique
Service de l'environnement atmosphérique**

par

**Tamara Staple et Geoffrey Wall
Faculté des études environnementales
Université de Waterloo**

Le présent rapport s'inscrit dans le rapport sur l'état de l'environnement



Ce papier contient un minimum de 50% de fibres recyclées,
dont 10% de fibres recyclées après consommation.

SOMMAIRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

- SCC 89-05** Les effets du climat et du changement climatique sur l'économie de l'Alberta
- SCC 90-01** Les répercussions du changement de climat sur les petites localités côtières de la région de l'Atlantique, au Canada
- SCC 90-02** Les répercussions du changement climatique a long terme sur le transport au Canada
- SCC 91-01** Le changement climatique et ses répercussions sur le Canada le point de vue scientifique
- SCC 92-01** Repercussions du rechauffement planetaire sur la politique du gouvernement canadien
- SCC 92-02** Etudes de modèles de prevision des variations climatiques et de leurs incidences sur l'hydrologie, les courants côtieres et les pêches en Colombie-Britannique
- SCC 93-01** Incidences du changement climatique sur le regime glacial de la mer de Beaufort Repercussions sur l'industrie petroliere dans l'Afrique
- SCC 93-02** Adaptation au changement climatique et variabilité des ressources en eau du Canada
- SCC 93-03** Incidences du rechauffement planétaire sur les regimes des glaces de mer et des icebergs de la côte est du Canada pendant les 50 a 100 annees
- SCC 93-04** Répercussions du changement climatique sur l'aménagement des forêts du nord-ouest du Pacifique
- SCC 94-01** Modélisation du systeme climatique de la terre
- SCC 94-02** Résumé du colloque relatif aux effets du changement climatique sur la gestion des ressources du nord
- SCC 94-03** Resume du colloque Une reaction régionale au changement climatique planetaire la Nouvelle-Angleterre et l'est du Canada
- SCC 95-01** Etude d'impact sur le bassin du Mackenzie Sommaire du rapport provisoire no 2
- SCC 96-01** Resumé du colloque Planification d'un avenir viable Le cas des Grandes plaines nord-americaines
- SCC 96-02** Changement climatique et activités de loisir dans la réserve de parc national Nahanni



Environnement
Canada

Environment
Canada

SOMMAIRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Changement climatique
et activités de loisir dans
la réserve de parc national
Nahanni

SCC 96-02

